

栅格地图识别的专家系统模型

刘学

张祖勋 张剑清 黄加纳

(清华大学水电系,北京 100084)

(武汉测绘科技大学,武汉 430070)

摘要 数据获取是GIS的基本组成部件。地图数据依然是大多数GIS的主要数据源。如何实现地图数据的快速转换已成为GIS迅速发展的一个“瓶颈”。本文基于对地图识别所需知识种类、目标符号描述模型、知识表示方法及知识利用机制的详细研究,提出了一个栅格地图识别的专家系统模型。

关键词 GIS,地图识别,专家系统,知识,符号模型,知识表示,知识利用

1 引言

地图数据一直是地理信息系统(GIS)的主要数据源。扫描输入方法具有速度快、精度高、投入少等特点,因而受到研究人员的广泛关注。扫描输入方法的关键环节是地图目标识别。经过十多年的研究与开发,出现了许多地图识别算法。这些算法基本上可分为线划跟踪方法、数学形态学方法、统计—结构法、神经网络方法等。

线划跟踪本质上是一种分割技术,目标识别主要通过人机交互由人来进行;数学形态学方法的基础是形态变换,它利用目标的形态特征识别目标。为了区分多种目标,需要设计多种多样的结构元和形态变换算子;统计—结构方法是一种传统的基于目标统计—结构特征的识别方法,这种方法假定目标已经实现分割,实际上大多数情况下分割要由人来实现;神经网络方法近年来受到较大的关注,它主要用于彩色地图分色与点状目标识别。对于地图中大小、方向与形状多变的线状目标和面状目标来说,这种识别方法目前还较难处理。由此看来,任何一种方法都不是万能的普适的,单独利用任何一种方法都难以实现地图识别自动化。

实际上,所有这些地图识别方法可以说都是建立在特征与算法层次上的。本文提出的地图识别模型试图模拟人类识别地图的过程,从知识层次上实现地图中各种目标的统一描述,从而为形成各种目

标统一的识别机制奠定基础。在这种模型下,将明确地表示和使用知识。任一目标的识别完全取决于描述这个目标自身特征及其与其它目标间关系的知识。各种现有的地图识别算法可以作为特例算法存入算法库以便统一调用,从而可以充分利用不同方法的优点,提高识别系统的自动化程度、灵活性与普适性。此外,本模型将不再把分割与识别过程分离开来,两者是同时完成的。

2 地图阅读过程与地图识别所需知识

2.1 地图阅读过程

人阅读地图的过程可以描述为(如图1):

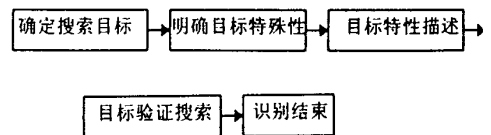


图1 地图阅读的一般过程

- (1) 确定要搜索的目标;
- (2) 明确被搜索目标有什么特殊性(识别的知识约束);
- (3) 形成关于该目标特殊性的描述(知识表示);

- (4) 在地图空间中搜索满足约束条件的目标 (验证推理);
- (5) 识别结束。

其中,(2)就是明确知识种类,(3)就是确定知识表示方式,(4)就是知识利用方法。

2.2 地图识别所需知识

地图的计算机识别所需的知识不外乎如下几类:

来自地图符号表示系统的知识

- (1) 目标颜色、形状、大小、方向等基本形态特征;
- (2) 目标与目标之间冲突时的表示约定,即实际地图中可能出现的目标特殊形态(如房屋目标与注记在表示位置上冲突时要断开房屋目标轮廓);
- (3) 属性注记与目标的配置关系;
- (4) 目标的几何定位位置约定;

来自人们关于现实世界目标特征及目标间关系的知识

- (5) 地图符号系统中没有规定特殊表示符号但

地图中表示了其轮廓形状的那些特殊目标,在现实世界中表现出的稳定特征。如城市街道是条带状多边形,房屋的轮廓是封闭的多边形,等高线在图内不会中断等;

(6) 目标之间稳定的空间关系如城市道路与房屋相接;来自计算机图象处理的知识

(7) 各种图象处理算法的作用及适用条件;来自人们日常阅读地图经验的知识

(8) 地图识别理解的常用方法、过程和经验等启发性知识。

3 目标描述模型与知识表示

3.1 目标描述模型

目标描述模型是对来自制图符号表示系统和现实世界模型的目标知识的具体化,它是确定地图识别知识表示方法的基础,因此,有必要建立地图目标统一的描述模型。

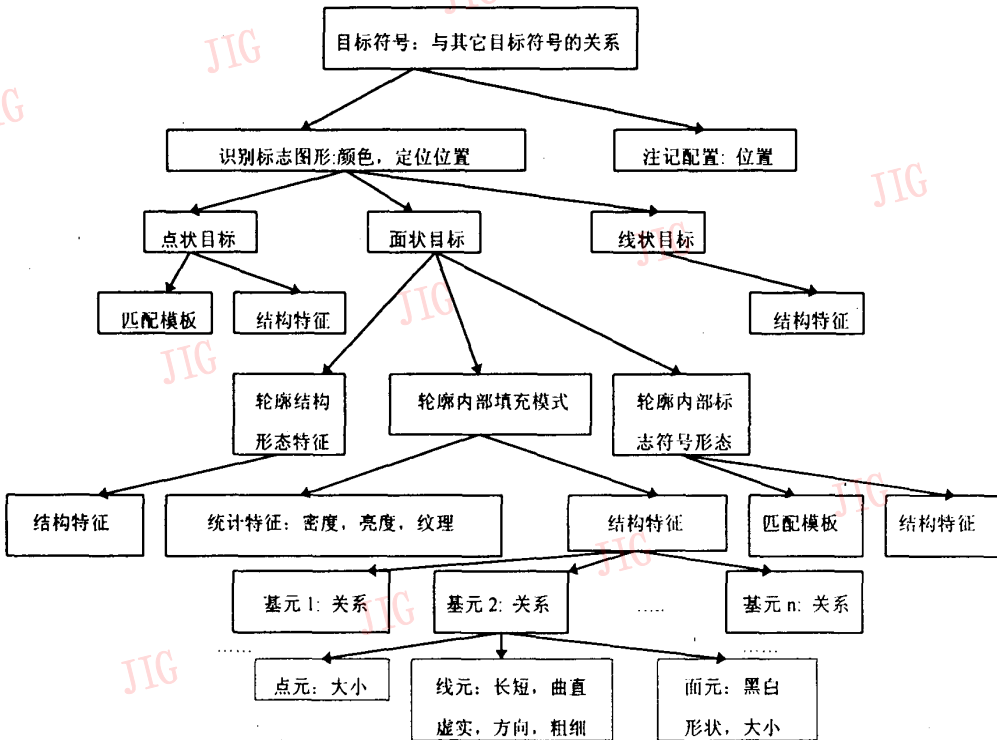


图 2 目标符号描述模型(结构特征节点相同略)

点状目标描述分隐式的和显式的。所谓隐式的描述是指整体存储目标的模板,以适合使用模板匹配方法去识别目标;显式的描述是指明确地表示目标的结构;

线状目标描述是目标的结构,因为线状目标的识别标志主要是特定结构的线状符号;

面状目标的识别标志不仅表现在轮廓内部填充模式或规律分布的各种标志符号上,还表现在轮廓线划的表示方式中如点虚线。因此,识别面状目标必须兼顾轮廓内部填充模式、轮廓内部标志以及现实世界中相应目标特有轮廓结构形态特征,具体描述模型如图 2(见上页)。

3.2 知识表示

O-A-V(目标-属性-值)表适合于表示事实类知识。描述目标符号自身形态结构特征的知识属于事实类知识使用 O-A-V 表表示,表的结构与目标符号描述模型完全对应。表 1 为 O-A-V 表的概略结构。

表 1 描述目标符号自身特征的 O-A-V 表结构

| 目标名 | 目标类型 | 目标的整体特征 | 目标的结构特征 |
|-------|------------|------------|------------|
| 名称或编码 | 点状、线状、面状目标 | 颜色、定位特征及模板 | 基元、参数及基元关系 |

目标符号间的关系知识、算法知识以及启发性知识使用规则表示。为了使规则具有统一的形式,将关系知识直接与相应的验证算法联系。但启发性知识可能指明一种条件下的操作,如房屋目标的内部模式已经验证完毕,启发性可以告知须进行轮廓封闭性检测;也可能指明遇到多个匹配成功的规则时如何选择规则。因此,适宜使用前提(Premise)和操作(Action)(算法或规则选择操作)形式的规则表示方式。

4 系统模型与知识利用机制

4.1 系统模型

为了合理地操作地图识别所需的知识以达到准确高效地识别各种地图目标,依据 2 中一般的地图阅读过程设计了地图识别的专家系统模型。其中,系统知识库统一存储地图识别所需的全部知识,它包含两部分:静态知识库及动态知识库(动态数据库)。静态知识库存储 O-A-V 表和各种规则。动态知识库即动态数据库,它只存储从静态知识库中调

出的与本次被识目标相关的 O-A-V 表。

4.2 系统的推理与控制结构

由于在没有利用目标的知识之前,不可能作出实际地图中待识目标是什么的假设,更何况确定待识目标在实际地图中的大致区域都不可能,因此,无法使用反向推理。只能使用正向推理结构。系统的控制将从目标名或目标码出发,根据用户输入的目标名,控制从静态知识库检索出有关该个体目标的特性描述并存入动态库。进而控制将动态库中的信息与规则库中以规则形式表示的算法、关系及启发式匹配,匹配成功的规则可能不止一条,控制将依据系统设计的规则选择策略选择其一,进而调动算法库和图象库对目标进行识别检出操作,并对动态库中验证过的项目进行标识,以便下一步的匹配操作不再考虑这一项。

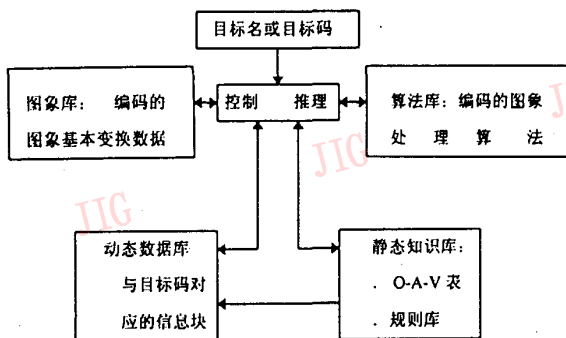


图 3 系统模型的结构

系统使用的规则选择策略包括:

- (1) 先验证目标描述性知识,后启动目标间关系验证规则;
- (2) 如果动态库中同时存在基元和基元关系,则先检测结构基元,后验证基元关系;
- (3) 若并列存在几种结构基元,则采用广度优先策略;
- (4) 若处理的是面状目标且同时存在内部点状标志符号描述、内部填充模式描述及轮廓结构描述,则先验证内部点状标志符号描述、后验证内部填充模式描述并最后验证轮廓自身结构描述。
- (5) 启发性知识动态调节。

5 实验与结论

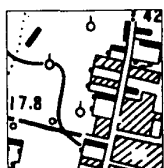
根据上述模型,建立了一个基于 PC 机的实验

系统。实验的对象是5 000~10 000比例尺系列地形图中的房屋目标及城市街道。其中,房屋目标又因依比例、半依比例和不依比例表示具有不同的表示符号而分为3类,因此,实验系统共处理4类目标符号。

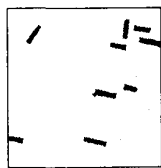
不依比例、半依比例表示的房屋目标在这种地图中其表示符号为具有一定规格的矩形涂区,只是前者尺寸固定,后者长度方向可变。两者在本实验中均被看成一个线性基元,基元的参数为宽度和轮廓形状(矩形)。依比例表示的房屋目标在这种地图中其表示符号为具有晕线填充模式的多边形区域。为了进一步表示房屋目标的用途,地图中常常在晕线中加入某种点状标志符号,实验考虑了这种情况,如图4中的图象1右下角房屋目标晕线中的空白区即代表点状标志符号位置(点状符号目标识别不是本文研究的内容,故先行去除)。面状房屋目标在实际地图中常常与注记等在位置上发生冲突,因而导致封闭的轮廓被迫断开,实验对此也做了考虑,如图4中的图象1右下角第二个房屋目标边界上的断开即代表注记切开位置(注记目标识别不是本文研究的内容,故先行去除)。实验对面状(依比例)房屋目标的识别使用了如下的知识:一种线性基元(直线且角

度为45度),基元间的关系为平行且间距为0.8mm;一条启发性知识用来检测房屋目标的轮廓封闭性并指导封闭轮廓操作。依据4中设计的控制策略,通过检测基元宽度 \rightarrow 验证轮廓形状为矩形(调用的是算法库中一个识别矩形形状的BP网络算法) \rightarrow 识别检出不依比例和半依比例表示房屋目标;通过检测直线基元 \rightarrow 验证基元之间的平行和间距关系 \rightarrow 检测轮廓封闭性并实现轮廓封闭操作 \rightarrow 晕线约束膨胀操作 \rightarrow 识别检出依比例表示的房屋目标。

城区道路目标在这种地图中并没有确定的符号进行表示,而是仅仅给出道路目标的轮廓。故识别这类目标所需的全部知识来自现实世界模型,实验使用的知识为:城市道路是等宽条带状的矩形;道路是连成网络的;道路的两侧具有房屋目标。通过检测等宽条带矩形 \rightarrow 连网检测 \rightarrow 检测每一个路段的两条长边界是否与房屋目标边界重合 \rightarrow 识别检出城区道路目标。实验结果示于图4中。其中,图象1是扫描输入的原灰度图象经二值化后形成的二值图象,图象2是识别出的半依比例和不依比例房屋目标,图象3是识别出的依比例表示的房屋目标,图象4是识别出的城市街道中心线。



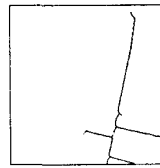
图象1 二值化原图



图象2 不(半)依比例房屋



图象3 依比图象(黑色)



图象4 街道目标(中心线)

图4

通过实验可得如下结论:

(1) 这种模型识别地图符号目标的可靠性与准确性是可以肯定的。

(2) 这种模型识别目标的方式具有分割-识别同时完成的特点,识别的结束即意味着分割的结束。

(3) 用知识描述目标,具有统一、简洁的特点。

(4) 在这种模型下,现有各种地图识别算法是作为例行算法存储于算法库中以便统一调用,从而在知识层次上将各种现有地图识别方法统一起来。

(5) 虽然本文只是为基于知识的地图识别方法建立了一个基本框架,要建立实用的系统还需做大量做深入的研究。但作者认为,要解决地图识别问题,必须充分利用知识,而为地图识别研究开拓一条新的思路正式本文的真正目的。

参考文献

- 1 李德仁等.地理信息系统导论.北京:测绘出版社,1993.
- 2 林宗坚等.CV2 图纸读取系统研究报告.武汉:武汉测绘科技大学,1991.
- 3 吕建平.一种基于预测跟踪技术的地图识别方法.自动化学报.1991,17(1):77~82.
- 4 刘惠娟,周源华.地图中河流的自动识别方法.自动化学报.1993,19(4):509~511.
- 5 Yamada H. et al MAP: Multi-Parallelism for Feature Extraction From Topographical maps. Pattern Recognition, 1991(6):479~488.
- 6 Illert A. Automatic Digitization of Large Scale Maps. ACSM AS-PRS, 1990(6). Auto-Catro 10:919~933.
- 7 Holmes D D. Automated Data Capture for GIS. Surveying and Land Information Systems. 1991,51(2):87~92.



刘学 清华大学水电工程系泥沙研究室博士后。1996年于武汉测绘科技大学获遥感与地理信息系统专业博士学位。现主要研究领域包括遥感图象处理、GIS数据获取及可视化、遥感与GIS在洪涝灾害模拟与监测方面的应用等。

张祖勋 教授,摄影测量与遥感专业欧亚科学院院士,现在武汉测绘科技大学遥感信息工程国家重点实验室工作,主要研究领域为立体摄影测量与影像解译。

张剑清 教授,摄影测量与遥感专业,现工作在武汉测绘科技大学与遥感与信息工程国家重点实验室,主要研究领域为立体摄影测量与影像理解。



黄加纳 副教授,女,现工作在武汉测绘科技大学地球科学与测量学院,主要研究数据处理。

Expert System Model for Raster Map Recognition

Liu Xue

(Department of Hydrology Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084)

Zhang Zuxun Zhang Jianqing

(National Key Lab., WTUSM, 39 Luoyu Road, Wuhan 430070)

Abstract Data acquisition is a basic part of GIS, and currently various map data is still the main data source of GIS. So research on the method to rapidly transform raster data of scanned map to vector data is valuable. In this paper, based on the detailed analysis on the knowledge types needed in map recognition, model of symbol object, knowledge representation method and knowledge utilization policy, an expert system model for raster map recognition is proposed.

Keywords GIS, Map recognition, Expert system, Symbol model, Knowledge representation, Knowledge utilization

惠普网络 2000 年无忧

在各个行业为 2000 年问题四处寻找解决方案时,惠普公司近期宣布其所有的网络产品都已解决了 2000 年问题。众所周知,网络产品出现 2000 年问题的主要环节是软件,尤其是交换器和网络管理软件都会定期发出脉冲,内部有一个时钟。这个时钟就是 2000 年问题的症结所在,对于软件来自第一方的一些网络公司来说,软件 2000 年问题更令人困扰。惠普公司网络产品的软硬件都是惠普自己研制的,其网络管理系统更是业界标准的网管体系。惠普公司网络部近期对使用惠普网络产品的用户承诺,若因惠普网络产品 2000 年问题造成用户损失,惠普公司将全部赔偿,这一点也足见其对产品的信心。